

74



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :</b> <p style="text-align: center;"><b>F01D 11/00, F16J 15/08</b></p>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 00/70192</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 23. November 2000 (23.11.00)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP00/04284  <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 11. Mai 2000 (11.05.00)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 99109530.8                      12. Mai 1999 (12.05.99)                      EP  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> TIEMANN, Peter [DE/DE]; Gerichtsstrasse 4, D-58452 Witten (DE).  <b>(74) Gemeinsamer Vertreter:</b> SIEMENS    AKTIENGE- SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).	<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> CN, IN, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen          Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen          eintreffen.</i>	

**(54) Title:** SEAL FOR SEALING A GAP, IN PARTICULAR IN A TURBINE, AND A TURBINE

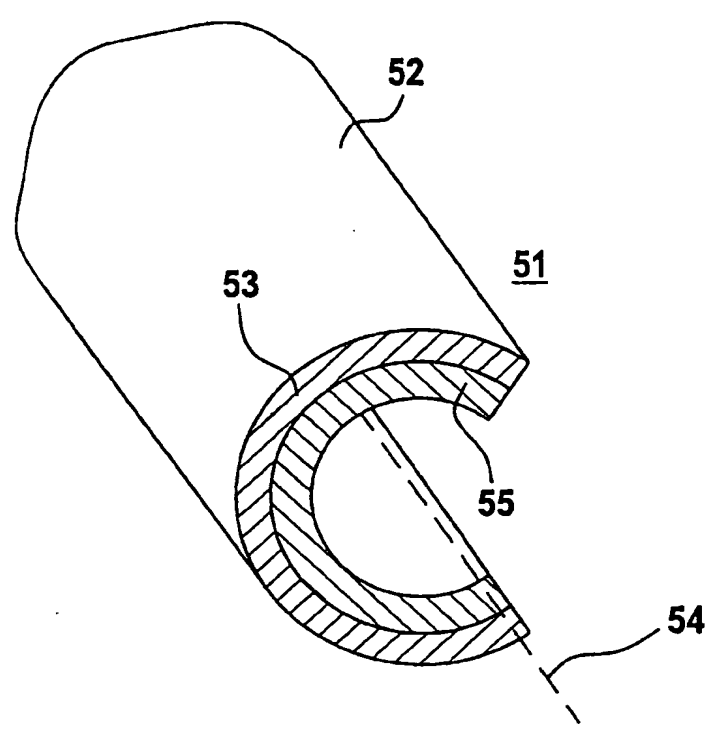
**(54) Bezeichnung:** DICHTUNG ZUR ABDICHTUNG EINES SPALTES, INSBESONDERE IN EINER TURBINE, UND TURBINE

**(57) Abstract**

The invention relates to a seal (51) for sealing a gap (36). The seal (51) has temperature-dependent expansion properties, so that above a working temperature, the gap (36) is sealed more tightly, as the temperature increases. The gap is sealed by a curved, convex surface of the seal. The invention also relates to a turbine (1), in particular a gas turbine, in which gaps between components (17, 13, 39, 61) are closed by a seal (51).

**(57) Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine Dichtung (51) zur Abdichtung eines Spaltes (36). Die Dichtung (51) weist eine temperaturabhängige Ausdehnungsfähigkeit auf, so daß oberhalb einer Arbeitstemperatur der Spalt (36) mit steigender Temperatur zunehmend abgedichtet wird. Dabei wird die Abdichtung durch eine konvex gekrümmte Oberfläche der Dichtung erreicht. Die Erfindung betrifft auch eine Turbine (1), insbesondere eine Gasturbine, bei der Spalten zwischen Bauteilen (17, 13, 39, 61) durch eine Dichtung (51) abgedichtet sind.



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

Dichtung zur Abdichtung eines Spaltes, insbesondere in einer Turbine, und Turbine

5

Die Erfindung betrifft eine Dichtung zur Abdichtung eines Spaltes insbesondere in einem Heißgaskanal einer Turbine. Die Erfindung betrifft auch eine Turbine, insbesondere eine Gasturbine, mit einer solchen Dichtung.

10

Die US PS 5,221,096 zeigt eine mehrstückige Dichtung zur Reduzierung einer Kühlluftleckage durch einen Spalt zwischen zwei Stufen eines Gasturbinentriebwerkes. Ein erster Teil der Dichtung ist so dünn, daß er unter einem Druckgradienten so verformt wird, daß eine Abdichtung des Spaltes erfolgt. Ein

15

zweiter Teil der Dichtung ist mit dem ersten Teil verbunden und so dick ausgeführt, daß er der Dichtung eine Steifigkeit verleiht. Durch diese Steifigkeit wird die Montage der Dichtung erleichtert.

20

Die EP 0 139 072 A1 zeigt eine temperaturresistente, E-förmige Federdichtung. Diese Dichtung ist bei sehr hohen und ungleichmäßig verteilten Temperaturen vorteilhaft einsetzbar.

25

Einen Dichtring zeigt die US PS 5,058,906. Der metallische Dichtring ist so ausgebildet, daß er elastisch verformbar ist. Dadurch ergibt sich insbesondere eine Eignung für die Abdichtung einer Leitung, bei der große Temperaturvariationen auftreten.

30

Die US PS 4,537,024 zeigt die Abdichtung eines Spaltes in einer Gasturbine mittels eines im Querschnitt schleifenförmigen, flexiblen Dichtrings, der in gegenüberliegenden Nuten zweier Bauteile eingefügt ist, zwischen denen ein abzudichtender Spalt besteht.

35

Die US-PS 3,975 114 zeigt eine Dichtungsanordnung zur Abdichtung eines Spaltes in einer Turbine. Ein in einer Nut angeordneter Dichtstreifen dichtet den Spalt bei hohen Temperaturen durch eine bimetallische Verformung zweier Streifenhälften ab. Die Streifenhälften verbiegen sich entgegengesetzt zueinander und pressen sich mit einer Kante einer konkav gekrümmten Oberfläche jeweils an eine Nutwand an.

10 In der US-PS 4,650,397 ist eine Dichtung für die Abdichtung eines Spaltes in einer Turbine offenbart. Die Dichtung ist durch einen winkligen Metallstreifen gebildet, der in seiner Längsrichtung segmentiert ist. Eine Fläche des gewinkelten Metallstreifens wird auf einer Seite des abzudichtenden Spaltes fest angeschraubt. Die zweite Fläche preßt sich durch eine elastische Federwirkung an eine andere Seite des abzudichtenden Spaltes an. Die Anpreßwirkung kann auch durch eine bimetallische Ausdehnungsfähigkeit des Metallstreifens bewirkt werden.

20 Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß Dichtungen der genannten Art entweder keine genügende Anpreßwirkung bei hohen Temperaturen oder aber keine genügende Längsdehnungsfähigkeit aufgrund schlechter Elastizität quer zu einer Bimetallstreifen-Anordnung aufweisen. Die genannten bimetallischen Dichtungen, die eine gute Dichtwirkung bei hohen Temperaturen prinzipiell erreichen, müssen somit segmenartig oder gestückelt in einen ausgedehnten Spalt eingebaut werden. Dies verkompliziert den Ein- und Ausbau und verschlechtert die Dichtwirkung durch im Bereich der Segmentspalte entstehende unabgedichtete Spaltteile.

35 Entsprechend ist Aufgabe der Erfindung die Angabe einer Dichtung, die auch in einen ausgedehnten, gekrümmten Spalt einfach eingebaut werden kann und diesen auch bei veränderlichen Temperaturbedingungen und insbesondere bei hohen Temperaturen in betriebssicherer Weise abdichtet. Weitere Aufgabe der Er-

findung ist die Angabe einer Turbine mit einer entsprechenden Dichtung.

Erfindungsgemäß wird die auf eine Dichtung gerichtete Aufgabe  
5 gelöst durch eine Dichtung mit einer temperaturabhängigen Ausdehnungsfähigkeit, durch welche Ausdehnungsfähigkeit oberhalb einer Arbeitstemperatur ein Spalt abdichtbar ist, ausgebildet als bimetallischer Körper, wobei sie eine konvex gekrümmte Oberfläche aufweist, die durch die Ausdehnungsfähig-  
10 keit so gegen eine Abschlußseite anpreßbar ist, dass der Spalt abgedichtet wird.

Durch eine solche Dichtung ist es möglich, einen Spalt oberhalb einer Arbeitstemperatur in einfacher Weise und betriebs-  
15 sicher abzudichten. Die Arbeitstemperatur ist dabei eine untere Grenze für typische Betriebstemperaturen jener Vorrichtungen oder Maschinen, in denen die Dichtung zum Einsatz kommt wobei die Temperatur im Bereich der Dichtung relevant ist. Mit der Erfindung wird eine aktive Abdichtung des Spaltes erreicht, da die Dichtung mit steigender Temperatur aktiv ihre Dichtwirkung erhöht. Durch die temperaturabhängige Ausdehnungsfähigkeit der Dichtung verbessert sich die Dichtwirkung mit steigender Temperatur. Häufig kommt es gerade mit  
20 steigender Temperatur zu erhöhten Dichtproblemen, da sich Bauteile thermisch bedingt ausdehnen und sich dabei unter Umständen gegeneinander verschieben. Spalte zwischen solchen Bauteilen können sich dadurch vergrößern oder auch in ihrer Form verändern. Konventionelle Dichtungen vermögen dabei den erhöhten Dichtanforderungen bei hohen Temperaturen nicht in  
25 angemessener Weise zu folgen. Durch die Ausnutzung einer temperaturabhängigen Ausdehnungsfähigkeit wird eine Dichtung bereitgestellt, die gezielt gerade mit steigender Temperatur eine sehr gute Dichtwirkung aufweist. Gegenüber herkömmlichen bimetallischen Dichtungen ist dabei eine Abdichtung mittels  
30 einer konvex gekrümmten Oberfläche vorgesehen. Hierdurch ergibt sich eine flexible, insbesondere auch quer zur Längsrichtung elastische Dichtung, durch die auch sehr ausgedehnte

und gekrümmte Spalte abdichtbar sind. Zudem wird durch die konvex gekrümmte Oberfläche eine vergrößerte Anpreßfläche und damit eine verbesserte Dichtwirkung erreicht.

5 Vorzugsweise ist die Dichtung als Bimetallstreifen ausgebildet. Ein Bimetallstreifen ist ein aus Metallen mit verschiedenen Wärmeausdehnungskoeffizienten gebildetes, streifenförmiges Blech. Die Metalle sind vorzugsweise aufeinander gelötet. Durch diese Ausbildung läßt sich gezielt eine angepaßte  
10 Wärmeausdehnungsfähigkeit für die Dichtung erreichen. Dies wird durch eine Wahl geeigneter Metalle oder auch durch die Wahl der Form und Anordnung dieser Metalle erreicht. Natürlich können auch mehr als zwei Werkstoffe für die Dichtung verwendet werden.

15 Bevorzugt ist die Dichtung zur Abdichtung eines Spaltes zwischen Bauteilen eines Heißgaskanals einer Turbine ausgelegt. Zum Beispiel weisen Gasturbinen oder Dampfturbinen Heißgaskanäle auf. Bei einer Gasturbine umfaßt ein solcher Heißgaskanal eine Brennkammer und ein nachgeschaltetes Turbinenteil.  
20 Bei einer Dampfturbine ist der Heißgaskanal der von heißem Dampf durchströmte Strömungskanal. Ein solcher Heißgaskanal ist aus Bauteilen aufgebaut, zwischen denen Spalte verbleiben können. Durch solche Spalte kann das im Heißgaskanal geführte heiße Gas austreten. Dies hat sowohl eine Wirkungsgradeinbuße für die Turbine als auch unter Umständen Beschädigungen für  
25 hinter dem Spalt liegende Bereiche zur Folge. Weiterhin ist es oftmals notwendig, die Bauteile auf ihrer dem Heißgaskanal abgewandten Seite mit einem Kühlfluid zu kühlen. Um wiederum Wirkungsgradeinbußen zu verhindern, muß dabei ein Eintritt  
30 des Kühlfluides in den Heißgaskanal über den Spalt möglichst gering gehalten werden. Der Spalt zwischen den Bauteilen muß daher möglichst effektiv abgedichtet werden. Die Dichtwirkung soll gerade dann besonders hoch sein, wenn der Heißgaskanal  
35 von dem heißen Gas durchströmt wird und somit die Bauteile auf einer vergleichsweise hohen Temperatur sind, da in diesem Fall der Kühlfluidbedarf besonders hoch ist. Die zur Abdich-

tung des Spaltes verwendete Dichtung muß diesen hohen Temperaturen widerstehen können. Weiterhin soll sie gerade bei den hohen Temperaturen eine besonders effiziente Dichtwirkung entfalten. Dies wird durch die temperaturabhängige Ausdehnungsfähigkeit erreicht. In einem Kaltzustand, also zum Beispiel wenn die Turbine nicht in Betrieb ist, entwickelt die Dichtung eine vergleichsweise geringe Dichtwirkung und übt nur eine vergleichsweise geringe Anpreßkraft im Spalt aus. Dadurch ist sie in einfacher Weise montierbar oder auswechselbar. Beispielsweise kann sie einfach in eine Nut im Spalt eingeschoben werden. Mit zunehmender Erwärmung der Dichtung dehnt diese sich aus und preßt sich dadurch an die den Spalt begrenzenden Flächen an. Somit wird bei zunehmender Temperatur eine erhöhte Dichtwirkung erreicht.

Bevorzugt ist die Dichtung zur Abdichtung eines Spaltes zwischen unmittelbar benachbarten Schaufeln eines Schaufelkranzes der Turbine ausgelegt. Der Schaufelkranz kann ein Leitschaufelkranz oder ein Laufschaufelkranz sein. Ein Spalt zwischen zwei unmittelbar benachbarten Schaufeln eines Schaufelkranzes wird in der Regel zwischen den aneinandergrenzenden Plattformen der Schaufeln gebildet. Diese Plattformen dienen zur Begrenzung des Heißgaskanals. Bei einer hohen thermischen Belastung dieser Plattformen kann es notwendig werden, diese auf der der Heißgasseite abgewandten Seite mittels eines Kühlfluides, z. B. Kühlluft, zu kühlen. Bei einer Gasturbine wird diese Kühlluft in der Regel von der Verdichterluft abgezweigt. Bei einem steigenden Kühlluftbedarf sinkt der Wirkungsgrad der Gasturbine, da weniger Verdichterluft für die Verbrennung zur Verfügung steht. Außerdem steigt bei einem geringeren Luftgehalt der Verbrennung die Produktion von Stickoxiden. Eine Leckage für Kühlluft durch den Spalt muß somit möglichst gering gehalten werden. Durch die wärme-dehnungsbasierte Dichtung wird dies insbesondere für hohe Temperaturen erreicht.

Bevorzugt ist die Dichtung zur Abdichtung eines Spaltes zwischen benachbarten Schaufelkränzen der Turbine ausgelegt. Bevorzugtermaßen ist die Dichtung zur Abdichtung eines Spaltes zwischen einem Leitschaufelkranz und einem Führungsring für einen Laufschaufelkranz ausgelegt. In diesen Fällen ist die Dichtung eine axiale Dichtung, da ein Spalt in axialer Richtung überbrückt wird. Dieser Spalt ist erheblich ausgedehnt und kreisförmig gekrümmt. Einen solchen Spalt bimetallisch abzudichten war bisher nicht möglich. Die Montage einer solchen axialen Dichtung ist für ein passgenaues Einschieben der Dichtung in eine vorgesehene Nut auf Grund der erheblichen Längen schwierig. Durch die Dichtung mit temperaturabhängiger Ausdehnungsfähigkeit wird diese Montage erheblich erleichtert, da die Dichtung im kalten Zustand ohne weiteres in die Nut eingeschoben werden kann. Erst bei Betrieb der Turbine kommt es zu einer Erwärmung der Dichtung und damit zu deren Ausdehnung, wodurch der Spalt abgedichtet wird.

Vorzugsweise weist die Dichtung einen Metallstreifen aus einem ersten Metall mit einem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten und mit einer Oberseite auf, auf welche Oberseite voneinander beabstandet Metallstücke aus einem zweiten Metall mit einem vom ersten Metall verschiedenen zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten aufgebracht sind. Eine solche Dichtung ist insbesondere als axiale Dichtung geeignet. Sie kann als ein sequentielles Bimetall bezeichnet werden, da diese Dichtung in den Bereichen der aufgebrachten Metallstücke jeweils ein Bimetall darstellt. Bei einer Erwärmung der Dichtung in dem Spalt verbiegt sich die Dichtung wellenartig. Im Bereich der Wellenberge und -täler preßt sich die Dichtung an die den Spalt begrenzenden Oberflächen. Insbesondere ist die Dichtung in eine Nut eingelegt, deren Form mit der Form der Dichtung so harmonisiert, daß sich die Dichtung bei einer Ausdehnung an die Nut anschmiegt. Vorzugsweise ist dafür der Metallstreifen an seiner der Oberseite gegenüberliegenden Seite gerundet. Gleichzeitig ist auch die Nutform gerundet ausgeführt. Dadurch ergibt sich eine hohe Dichtwirkung, da sich



die Dichtung bei der wellenförmigen Ausdehnung nahezu lückenlos an die Nutoberfläche anschmiegt. Die Dichtung ist insbesondere geeignet, den Verformungen in Axialspalten zwischen benachbarten Schaufelkränzen oder zwischen einem Führungsring und einem Schaufelkranz zu folgen. Die Abdichtung solcher aufeinander folgender Stufen in einer Turbine ist durch die in der Regel konisch verlaufende Strömungskanalform schwierig, da jede axiale Dehnung durch die Konusform mit einer radialen Dehnung gekoppelt ist. Die große Verformungstoleranz der Dichtung gewährt hier auch bei hohen Temperaturen eine gute Dichtwirkung.

Bevorzugt ist die Dichtung entlang einer Längserstreckungsrichtung gerichtet und weist eine im Querschnitt etwa C-förmige, W-förmige oder S-förmige Form auf. Die C-Form kann auch als ein stückweise entlang seiner Längsrichtung offenes Rohr aufgefaßt werden. Mit der W- oder S-Form ist auch eine allgemein schlangenlinienförmige Form gemeint.

Erfindungsgemäß wird die auf eine Turbine gerichtete Aufgabe gelöst durch eine Turbine mit einem aus einer Mehrzahl von Bauteilen gebildeten Heißgaskanal und einem Spalt zwischen zwei dieser Bauteilen, wobei der Spalt durch eine temperaturabhängige Ausdehnungsfähigkeit eines Dichtelementes oberhalb einer Arbeitstemperatur abdichtbar ist.

Die Arbeitstemperatur ist die Temperatur, die eine untere Grenze für die Betriebstemperatur der Turbine im Bereich der Dichtung darstellt. Die Vorteile für diese Turbine ergeben sich entsprechend den obigen Ausführungen zu den Vorteilen der Dichtung.

Vorzugsweise verläuft in den zwei Bauteilen - angrenzend an den Spalt und parallel zu dem Spalt - jeweils eine Nut, in der die Dichtung angeordnet ist, wobei die Dichtung einen ersten Metallstreifen aus einem ersten Metall mit einem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten und mit einer Oberseite auf-

weist, auf welche Oberseite voneinander beabstandet Metallstücke aus einem zweiten Metall mit einem vom ersten Metall verschiedenen zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten aufgebracht sind. Weiter bevorzugt weist die Nut eine Nutoberfläche mit einer Form so auf, daß sich die Dichtung bei einer Ausdehnung an die Nutoberfläche anschmiegt.

Die Turbine ist vorzugsweise eine Gasturbine, weiter bevorzugt eine stationäre Gasturbine mit einer Leistung größer als 10 Megawatt.

Bevorzugtermaßen sind die zwei Bauteile Elemente einer Brennkammerauskleidung. Eine Brennkammer weist in der Regel eine aus einzelnen Elementen aufgebaute Brennkammerauskleidung auf. Diese Elemente sind hochtemperaturbeständig. In der Regel werden diese Elemente rückseitig durch ein Kühlfluid, insbesondere Kühlluft, gekühlt. Zwischen benachbarten Elementen verbleibt ein Spalt, der entsprechend den obigen Ausführungen sowohl gegen einen Eintritt von Heißgas als auch gegen eine Leckage von Kühlluft abgedichtet werden muß, wofür die Dichtung in besonderem Maße geeignet ist.

Die Erfindung wird in einem Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen teilweise schematisch und nicht maßstäblich:

FIG. 1 eine Gasturbine in einem Längsschnitt,

FIG. 2 einen Ausschnitt eines Leitschaufelkranzes in einem Längsschnitt,

FIG. 3 einen Ausschnitt eines Laufschaufelkranzes und eines strömungstechnisch benachbart nachgeordneten Leitschaufelkranzes in einem Längsschnitt,

FIG. 4 in einem Längsschnitt einen Ausschnitt einer Brennkammerauskleidung,

FIG. 5 bis FIG. 7 unterschiedliche Ausbildungen von Dichtungen,

5 FIG. 8 eine Dichtung für einen Spalt zwischen zwei Leitschaufeln in einem kalten Zustand,

FIG. 9 die Dichtung der FIG. 8 in erwärmten Zustand,

10 FIG. 10 eine axiale Dichtung im kalten Zustand,

FIG. 11 die Dichtung der FIG. 10 im erwärmten Zustand,

15 FIG. 12 die Dichtung der FIG. 10 im Längsschnitt im eingebauten Zustand.

Gleiche Bezugszeichen haben in den verschiedenen Figuren die gleiche Bedeutung.

20 Fig. 1 zeigt eine Gasturbine 1. Entlang einer Turbinenachse 3 sind hintereinander angeordnet ein Verdichter 5, eine Brennkammer 7 und ein Turbinenteil 9. Der Verdichter 5 und das Turbinenteil 9 sind auf einer gemeinsamen Welle 11 angeordnet. Im Turbinenteil 9 ist ein Strömungskanal 12 vorgesehen.

25 Im Strömungskanal 12 sind wechselnd hintereinander entlang der Turbinenachse 3 Leitschaufelkränze 13 und Laufschaufelkränze 15 angeordnet, von denen jeweils nur ein Kranz beispielhaft gezeigt ist. Jeder Leitschaufelkranz 13 ist aus Gasturbinenleitschaufeln 17 aufgebaut. Jeder Laufschaufel-

30 kranz 13 ist aus Gasturbinenlaufschaufeln 19 aufgebaut. Durch die Brennkammer 7 und Gasturbinenteil 9 wird ein Heißgaskanal 8 definiert. Dieser ist durch eine Reihe von Bauteilen gebildet. Diese Bauteile sind z. B. Elemente einer Brennkammerauskleidung (siehe Fig. 4), die Leitschaufelkränze 13 oder Laufschaufelkränze 15 bzw. die Leitschaufeln 17 oder Laufschaufeln 19. Zwischen solchen Bauteilen sind oftmals Spalte gebildet, die gegen einen Heißgaseintritt oder aber gegen eine

35

Leckage von Kühlluft abgedichtet werden müssen. Dies wird anhand der weiteren Figuren näher erläutert.

Fig. 2 zeigt in einem Längsschnitt einen Ausschnitt eines  
5 Leitschaufelkranzes 13. In diesen Leitschaufelkranz 13 sind eine erste Leitschaufel 17a und eine zweite Leitschaufel 17b zueinander unmittelbar benachbart. Die erste Leitschaufel 17a weist eine Plattform 33a auf. Die zweite Leitschaufel 17b weist eine zweite Plattform 33b auf. Zwischen den Plattformen  
10 33a und 33b ist ein Spalt 36 gebildet. In der ersten Plattform 33a öffnet sich der Spalt zu einer entlang der ganzen Plattformseite verlaufenden Nut 37. Der Nut 37 liegt eine Abschlußkante 35 der zweiten Plattformseite 33b gegenüber. In der Nut 37 ist eine längliche, C-förmige Dichtung 51 einge-  
15 legt. Der Aufbau dieser Dichtung 51 wird später anhand von Fig. 5 näher erläutert.

Im Betrieb der Gasturbine wird zwischen den Leitschaufeln 17a, 17b heißes Gas geführt. Dadurch werden unter anderem die  
20 Plattformen 33a, 33b thermisch hoch belastet. Zur Reduzierung dieser thermischen Belastung werden die Plattformen rückseitig mittels Kühlluft 38 gekühlt. Diese Kühlluft 38 ist der Verdichterluft 21 entnommen. Eine Leckage dieser Kühlluft 38 durch den Spalt 36 muß möglichst gering gehalten werden, um  
25 Wirkungsgradeinbußen für die Gasturbine zu vermeiden. Eine Abdichtung des Spaltes 36 wird durch die Dichtung 51 erreicht. Diese weist eine temperaturabhängige Ausdehnungsfähigkeit auf. Oberhalb einer Arbeitstemperatur dehnt sich die Dichtung 51 soweit aus, daß sie sich in die Nut 37 und gegen  
30 die Abschlußseite 35 anpreßt. Dieser Anpreßdruck wird mit steigender Temperatur höher. Dadurch wird gerade bei hohen Temperaturen eine besonders gute Dichtwirkung erzielt. Die Arbeitstemperatur liegt vorzugsweise in einem Bereich zwischen 400 und 1000 °C.

35

In Fig. 3 ist ein Ausschnitt eines Laufschaufelkranzes 15 mit einem diesem benachbarten Leitschaufelkranz 13 in einem

Längsschnitt gezeigt. Der Laufschaufelkranz 15 wird aus Laufschaufeln 19 gebildet. Die Laufschaufel 19 weist eine Laufschaufelspitze 20 auf. Der Laufschaufelspitze 20 liegt ein Führungsring 39 zur Führung der Laufschaufel 19 gegenüber. An den Führungsring 39 grenzt in axialer Richtung der Leitschaufelkranz 13. Zwischen dem Führungsring 39 und dem Leitschaufelkranz 13 ist ein Spalt 36 gebildet. Dieser wird analog zur Abdichtung des Spaltes der Fig. 2 mit Hilfe einer Dichtung 51 abgedichtet. Die Dichtung 51 ist in diesem Fall eine axiale Dichtung, da sie einen Spalt 36 in axialer Richtung überbrückt. Der Spalt 36 ist in diesem Fall ein um den gesamten Leitschaufelkranz 13 umlaufender Spalt. Die Montage einer konventionellen Dichtung für einen solchen Spalt gestaltet sich aufgrund der erheblichen Spaltlänge schwierig, da konventionelle Dichtungen passgenau gefertigt werden müssen, wodurch bei einem Einführen dieser Dichtung hohe Reibungskräfte entstehen. Durch diese Reibungskräfte kann es sogar zu einer Beschädigung einer solchen Dichtung kommen. Mit Hilfe der auf einer Wärmeausdehnung basierenden Dichtung 51 ergibt sich eine sehr viel einfachere Montage, da die Dichtung 51 im kalten Zustand genügend Spiel für ein Einlegen oder Einschieben in die Nut 37 läßt. Erst oberhalb der Arbeitstemperatur preßt sich die Dichtung 51 in die Nut 37 und dichtet den Spalt 36 ab. Die Form der Dichtung mit einer konvex gekrümmten Oberfläche führt zu einer hohen Flexibilität, die mit herkömmlichen bimetallischen Dichtungen nicht erreicht wird. Hierdurch kann eine relativ ausgedehnte Dichtung eingesetzt werden, die einfach montierbar ist und gegenüber gestückelten Dichtungen eine höhere Dichtwirkung erreicht.

30

Fig. 4 zeigt in einem Längsschnitt den Ausschnitt einer Brennkammerauskleidung 63 für die Brennkammer 7. Ein erstes Element 61a der Brennkammerauskleidung ist unmittelbar zu einem zweiten Element 61b der Brennkammerauskleidung 63 benachbart. Jedes der Elemente 61a, 61b ist jeweils mit einem Bolzen 67 an eine Brennkammerrückwand 65 montiert. Zwischen dem ersten Element 61a und dem zweiten Element 61b verbleibt ein

35

Spalt 36, der analog zu den Ausbildungen der Fig. 2 und Fig. 3 mittels einer Dichtung 51 oberhalb einer Arbeitstemperatur abgedichtet wird. Dadurch tritt allenfalls eine sehr geringe Menge Kühlluft 38, die zur rückseitigen Kühlung der Elemente 61a und 61b verwendet wird, über den Spalt 36 in die Brennkammer 7 ein. Damit werden Kühlluftverluste begrenzt.

In den Figuren 5 bis 7 sind in perspektivischen Darstellungen unterschiedliche Formen für die Dichtung 51 dargestellt. Jede dieser Dichtungen 51 ist als ein Bimetallstreifen mit einer zumindest im Dichtzustand konvex gekrümmten Oberfläche 52 und mit einer Längserstreckungsrichtung 54 ausgebildet. Dabei ist ein erster Metallstreifen 53 auf einen zweiten Metallstreifen 55 aufgelötet. Die beiden Metallstreifen 53, 55 weisen unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten auf. Die Dichtung 51 der Fig. 5 weist im Querschnitt eine C-Form auf. Bei einer Erwärmung dieser Dichtung 51 weiten sich die Schenkel dieser C-Form auf. Dadurch drücken sich diese Schenkel bei Anordnung in einer Nut 37 mit der Oberfläche 52 an die nutbegrenzenden Wände an. In Fig. 6 und Fig. 7 ist die Querschnittsform der Dichtung 51 W- bzw. S-förmig, also allgemein schlangenförmig. Dadurch kann eine erhöhte Ausdehnung pro Grad Temperaturerhöhung und damit eine verstärkte Anpreßkraft erreicht werden.

25

Die Figuren 8 und 9 zeigen eine C-förmige Dichtung 51, die in einem Spalt 36 zwischen zwei benachbarten Leitschaufeln 17a und 17b angeordnet ist. Fig. 8 zeigt dabei die Dichtung 51 unterhalb der Arbeitstemperatur und Fig. 9 die Dichtung 51 oberhalb der Arbeitstemperatur. Unterhalb der Arbeitstemperatur ist die Dichtung 51 soweit zusammengezogen, daß sie wiederstandsarm in die Nut 37 einlegbar oder einschiebbar ist. Oberhalb der Arbeitstemperatur 51 dehnt sich die Dichtung 51 soweit aus, daß sie sich mit der Oberfläche 52 in die Nut 37 der Plattform 33a und an die Abschlußseite 35 der Plattform 33b anpreßt. Damit wird der Spalt 36 abgedichtet.

Figur 10 zeigt eine Dichtung 51, die insbesondere als eine axiale Dichtung 51 zwischen zwei benachbarten Schaufelkränzen, also zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stufen, einer Turbine geeignet ist. Die Dichtung 51 weist einen Metallstreifen 100 auf, der aus einem Metall mit einem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten  $\alpha_1$  besteht. Auf einer Oberseite 102 des Metallstreifens 100 sind beabstandet voneinander flache Metallstücke 104 aufgelötet. Die Metallstücke 104 bestehen aus einem Metall mit einem zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten  $\alpha_2$ , der vom ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten  $\alpha_1$  verschieden ist. Somit ist die Dichtung 51 abschnittsweise als ein Bimetall ausgebildet. Bei einer Erwärmung verbiegt sich die Dichtung 51 wellenartig, so dass sich Abschnitte mit konvex gekrümmten Oberflächen 52 ergeben. Dies ist in Figur 11 dargestellt. Durch die wellenartige Verbiegung der Dichtung 51 übt die Dichtung 51 an den Wellenmaxima eine Anpreßkraft F auf angrenzende, hier nicht näher dargestellte, Flächen aus. Dadurch wird mit steigender Temperatur eine erhöhte Dichtwirkung erzielt.

Figur 12 zeigt in einem Längsschnitt die Dichtung 51 der Figur 10 in eingebautem Zustand zwischen einem Leitschaufelkranz 13 und einem Führungsring 39 einer Laufschaufel. Zwischen der Leitschaufel 13 und dem Führungsring 39 verbleibt ein Spalt 36. Angrenzend an den Spalt 36 und parallel zu dem Spalt 36 sind sowohl im Leitschaufelkranz 13 als auch im Führungsring 39 Nuten 106 eingebracht. Die Nuten 106 weisen eine Nutoberfläche 108 auf. Die Nutoberfläche 108 ist gerundet geformt. In den Nuten 106 ist die Dichtung 51 eingelegt, die den Spalt 36 abdichtet. Der Metallstreifen 100 der Dichtung 51 weist eine abgerundete Form auf. Bei einer Erwärmung der Dichtung 51 preßt sich diese mit ihrer Oberfläche 52 durch die wellenartige Ausbildung (siehe Figur 11) an die Nutoberfläche 108 an. Dabei ergibt sich durch die gerundete Nutoberfläche 108 und durch den gerundeten Metallstreifen 100 eine große Auflagefläche für die Dichtung 51. Dies führt zu einer weiter verbesserten Dichtwirkung.

## Patentansprüche

1. Dichtung (51) mit einer temperaturabhängigen Ausdehnungsfähigkeit, durch welche Ausdehnungsfähigkeit oberhalb einer Arbeitstemperatur ein Spalt (36) abdichtbar ist, ausgebildet als bimetallischer Körper,  
5 da d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß sie eine konvex gekrümmte Oberfläche (52) aufweist, die durch die Ausdehnungsfähigkeit so gegen eine Abschlußseite (35) anpreßbar  
10 ist, daß der Spalt abgedichtet wird. .
2. Dichtung (51) nach Anspruch 1, ausgebildet als Bimetallstreifen.
- 15 3. Dichtung (51) nach Anspruch 1 oder 2, die zur Abdichtung eines Spaltes (36) zwischen Bauteilen (17, 13, 39, 61) eines Heißgaskanals (8) einer Turbine (1) ausgelegt ist.
- 20 4. Dichtung (51) nach Anspruch 3, die zur Abdichtung eines Spaltes (36) zwischen unmittelbar benachbarten Schaufeln (17) eines Schaufelkranzes (13) der Turbine (1) ausgelegt ist.
- 25 5. Dichtung (51) nach Anspruch 3, die zur Abdichtung eines Spaltes (36) zwischen benachbarten Schaufelkränzen (13, 15) der Turbine (1) ausgelegt ist.
- 30 6. Dichtung (51) nach Anspruch 3, die zur Abdichtung eines Spaltes (36) zwischen einem Leitschaufelkranz (13) und einem Führungsring (39) für einen Laufschaufelkranz (15) ausgelegt ist.
- 35 7. Dichtung (51) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die entlang einer Längserstreckungsrichtung (54) gerichtet ist und eine im Querschnitt etwa C-förmige Form aufweist.



15

8. Dichtung (51) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die entlang einer Längserstreckungsrichtung (54) gerichtet ist und eine im Querschnitt etwa W-förmige oder S-förmige Form aufweist.

5

9. Dichtung (51) nach Anspruch 2, die einen Metallstreifen (100) aus einem ersten Metall mit einem ersten Wärmeausdehnungskoeffizienten und mit einer Oberseite (102) aufweist, auf welche Oberseite (102) voneinander beabstandet Metallstücke (104) aus einem zweiten Metall mit einem vom ersten Metall verschiedenen zweiten Wärmeausdehnungskoeffizienten aufgebracht sind.

10

10. Turbine (1) mit einem aus einer Mehrzahl von Bauteilen (17, 13, 39, 61) gebildeten Heißgasbereich (8) und einem Spalt (36) zwischen zweien dieser Bauteile (17, 13, 39, 61), d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Spalt (36) durch eine temperaturabhängige Ausdehnungsfähigkeit einer Dichtung (51) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche oberhalb einer Arbeitstemperatur abdichtbar ist.

15

20

11. Turbine (1) nach Anspruch 10, gekennzeichnet durch eine Ausführung als Gasturbine.

25

12. Turbine (1) nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine Ausführung als stationäre Gasturbine, insbesondere mit einer Leistung größer als 10 Megawatt.

30

13. Turbine (1) nach Anspruch 10, 11 oder 12, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die zwei Bauteile (61) Elemente einer Brennkammerauskleidung (63) sind.

1/6

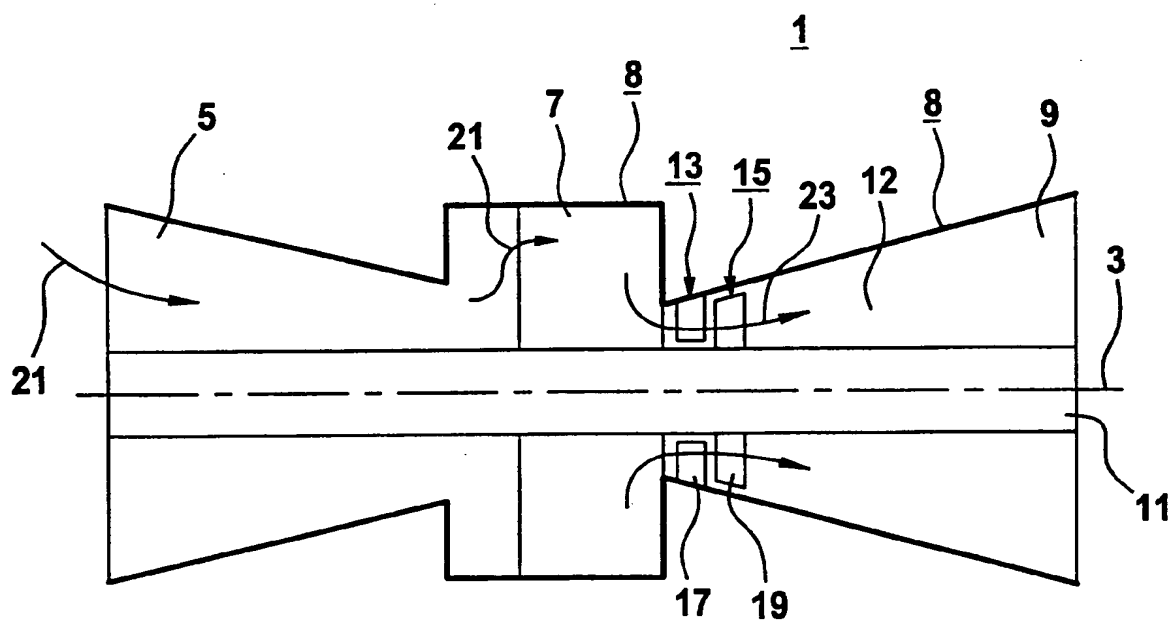
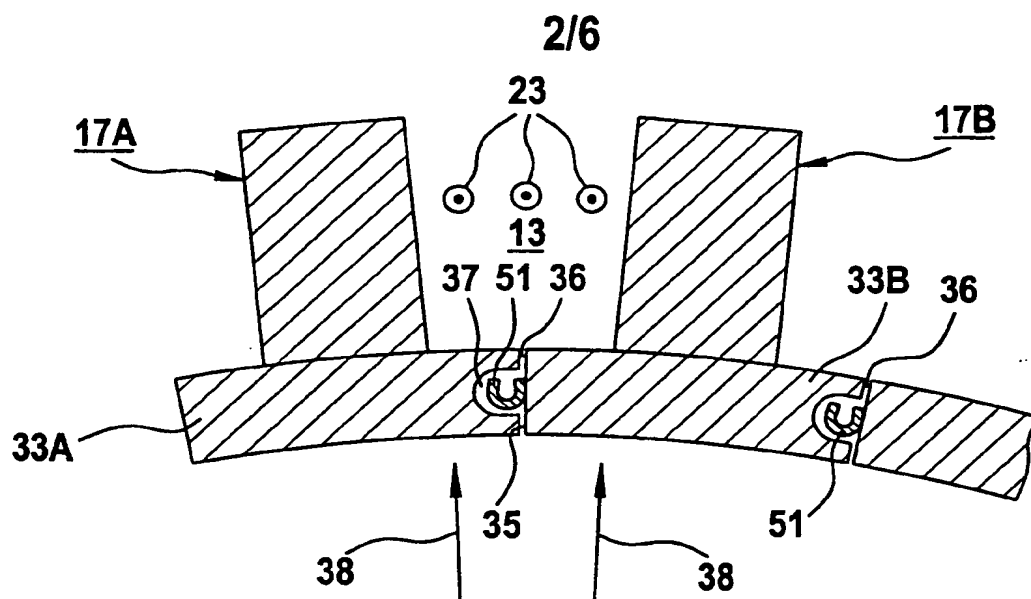
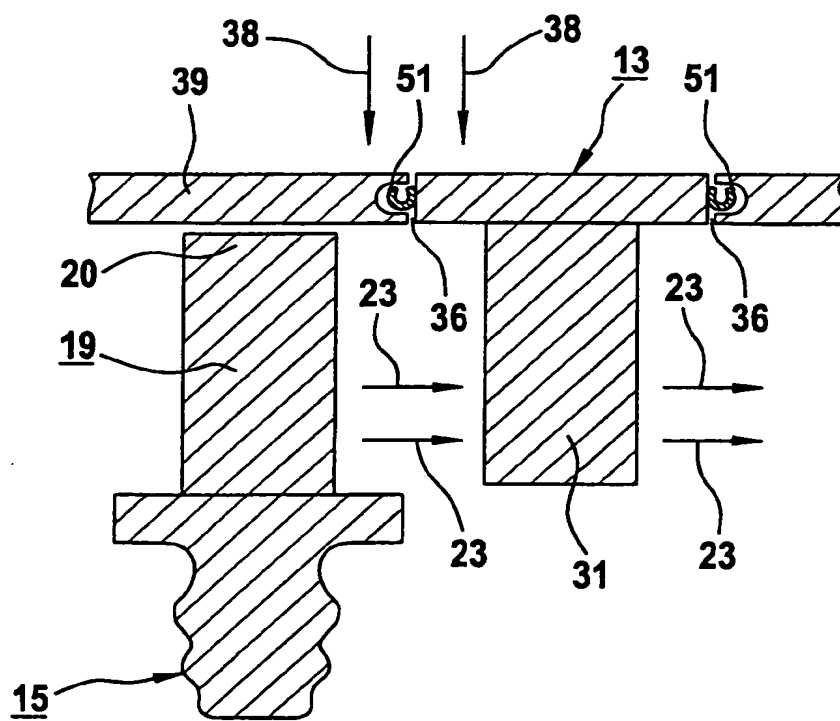


FIG 1



**FIG 2**



**FIG 3**

3/6

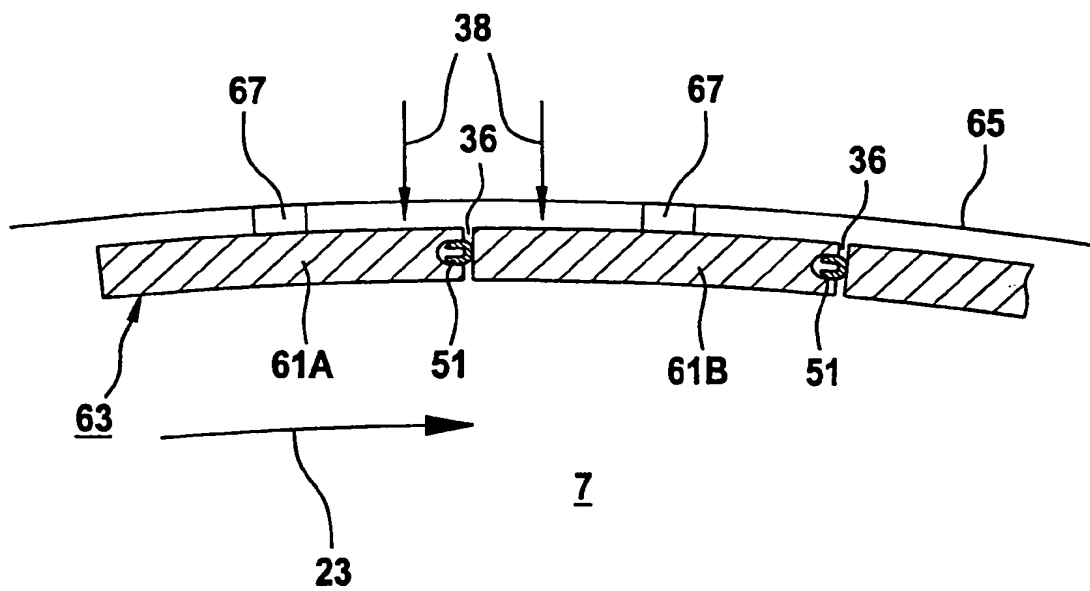


FIG 4

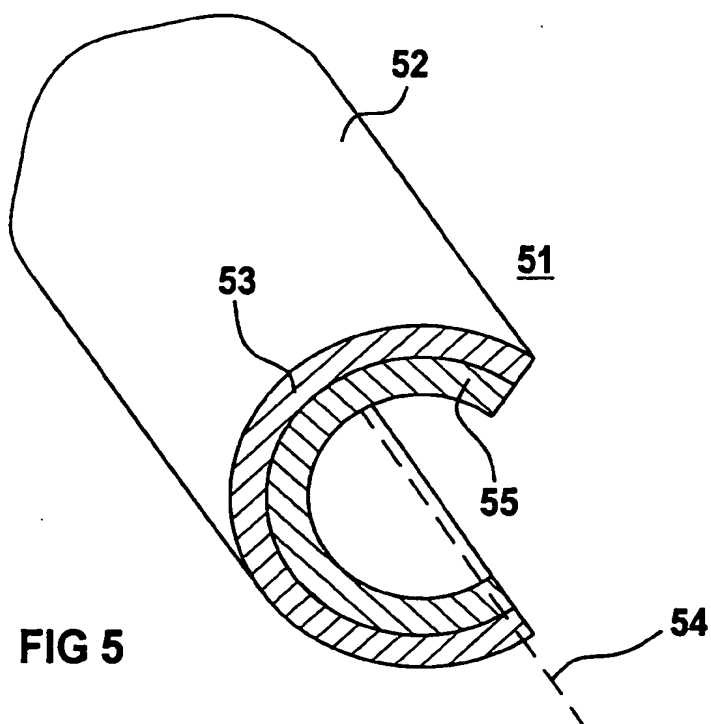


FIG 5

4/6

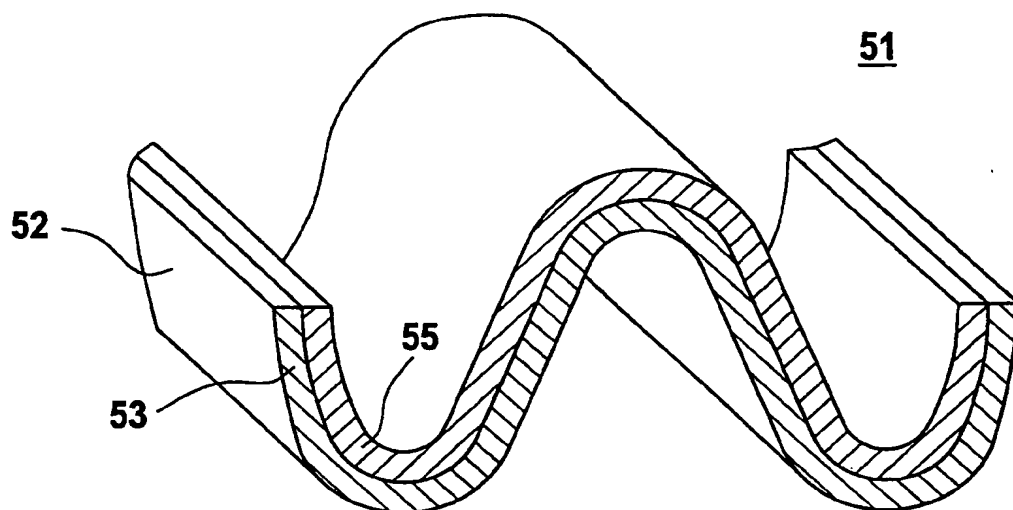


FIG 6

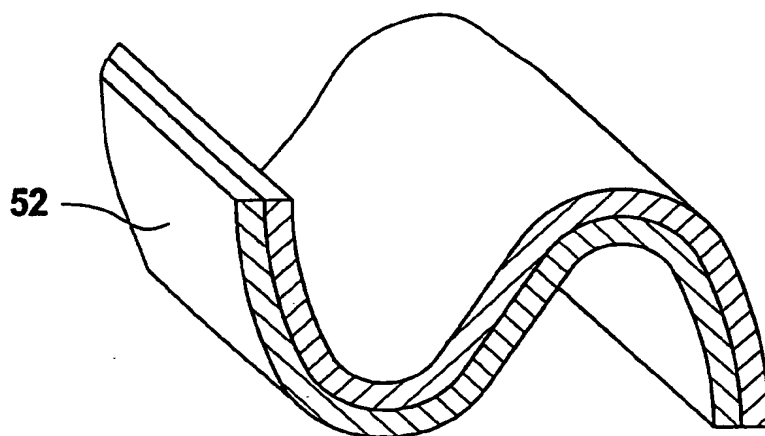


FIG 7

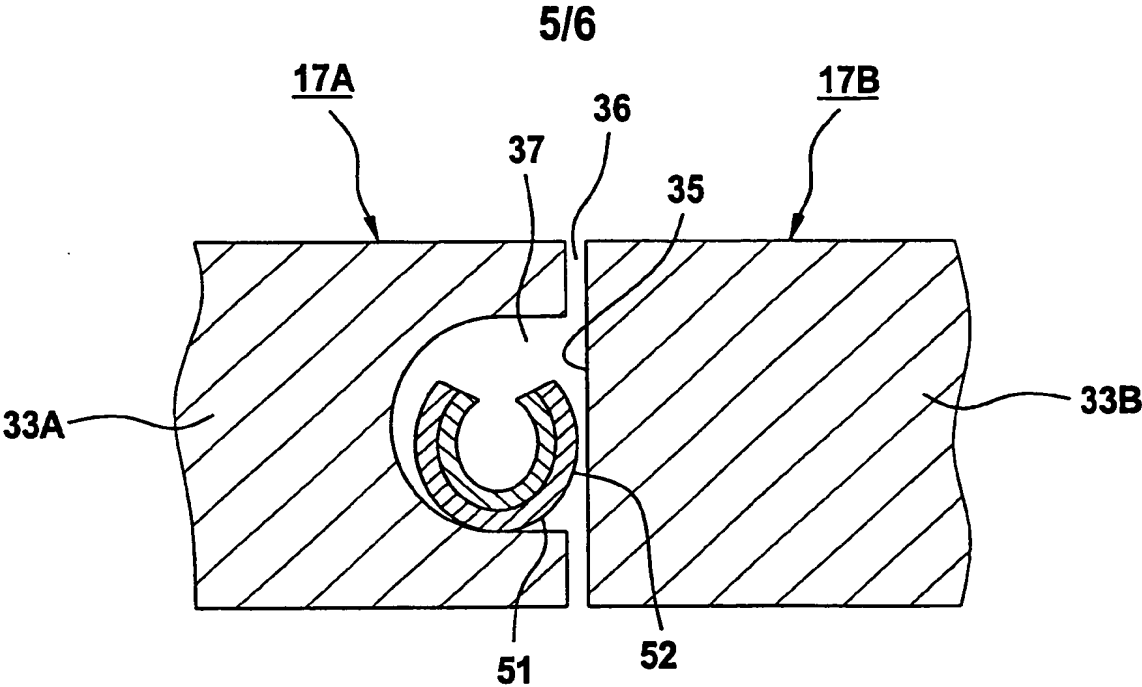


FIG 8

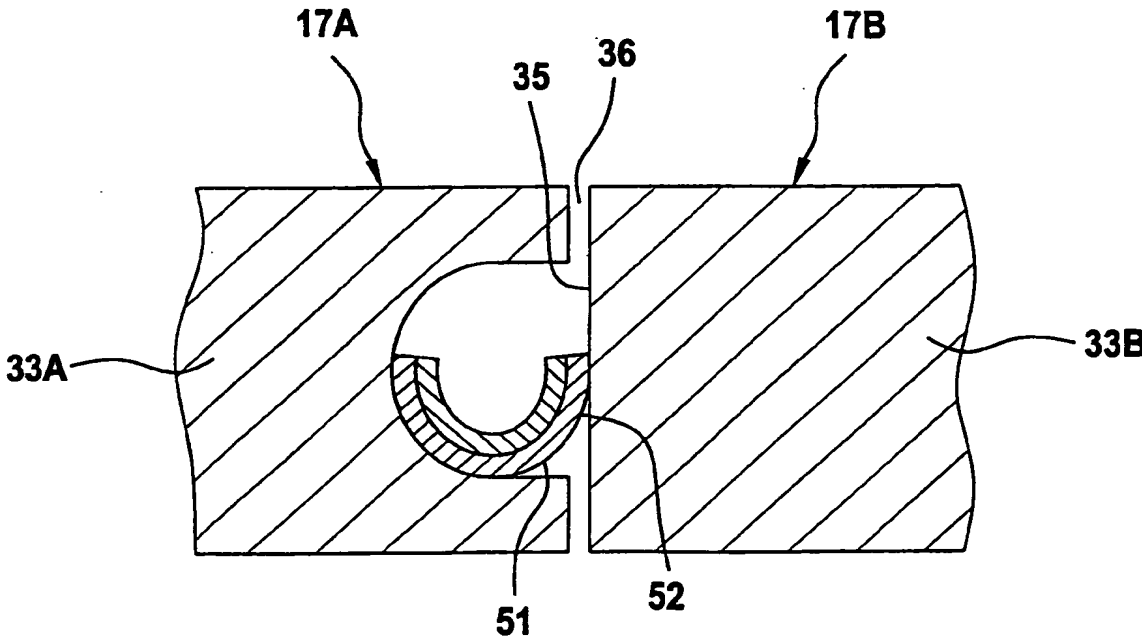
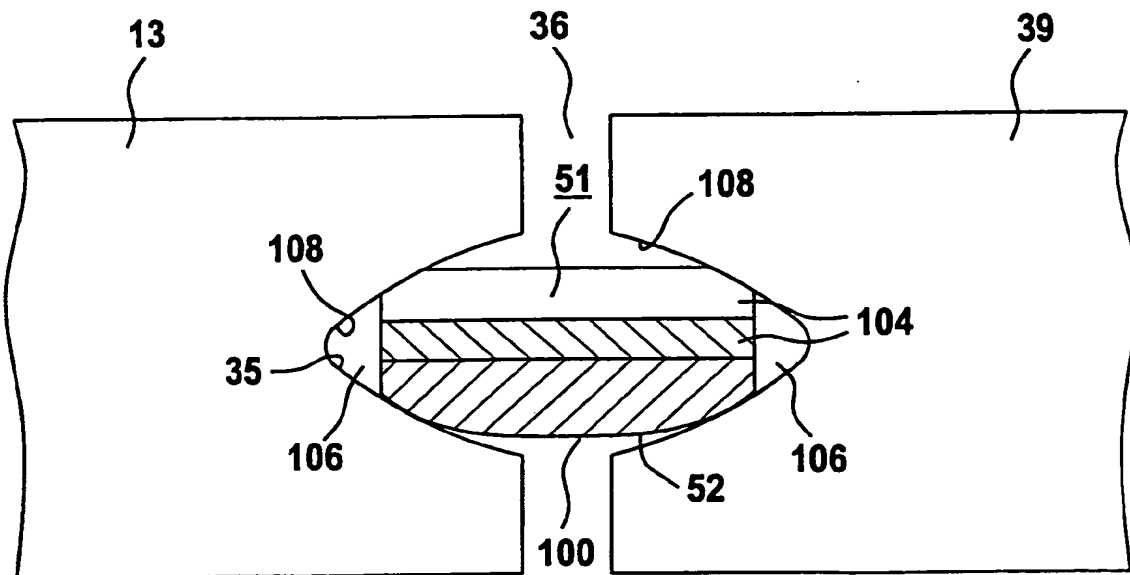
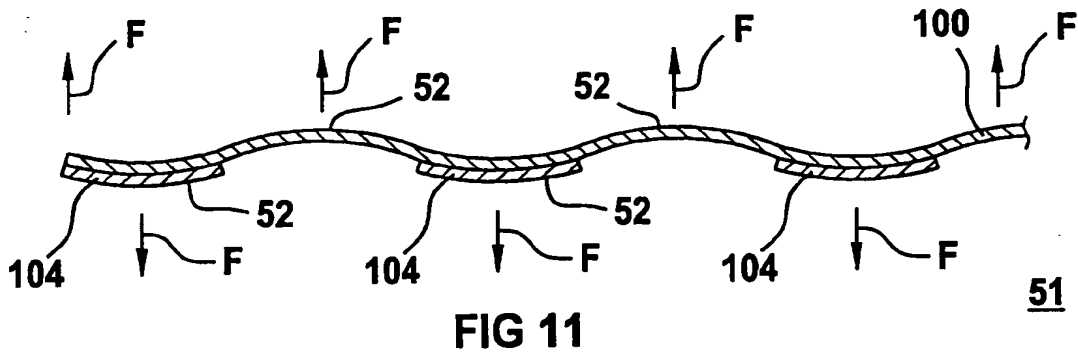
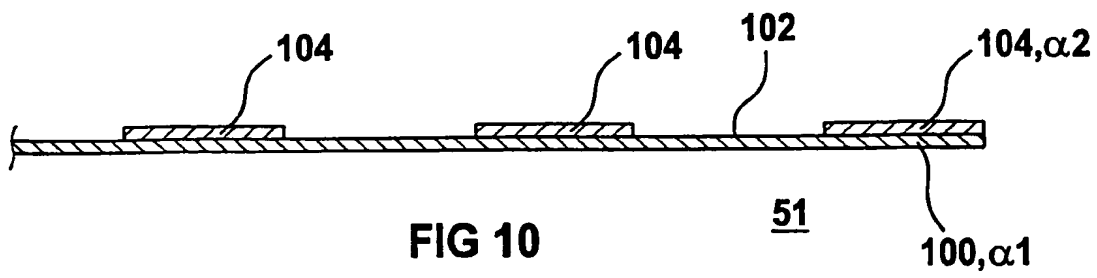


FIG 9

6/6



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 00/04284

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F01D11/00 F16J15/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 610 973 A (BARBAROU) 17 August 1926 (1926-08-17)	1, 2, 10, 13
Y	the whole document	3-7, 11-13
Y	US 3 975 114 A (KALKBRENNER RALPH W) 17 August 1976 (1976-08-17) cited in the application column 2, line 27 - column 3, line 50; figures 1-6	3-7, 11-13
X	US 4 658 847 A (MCCRONE JAMES A) 21 April 1987 (1987-04-21) column 2, line 39 - line 68	1, 2, 7, 10
Y	column 4, line 31 - line 38; figures 2-4	3-6, 11-13
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 September 2000

Date of mailing of the international search report

22/09/2000

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Iverus, D



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 00/04284

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 642 295 A (COHEN ALBERT) 15 February 1972 (1972-02-15) abstract; figures 1-3 ----	1,3-6,10
A	US 4 537 024 A (GROSJEAN WILLIAM C) 27 August 1985 (1985-08-27) figures 3-5 ----	1,3,8
A	US 3 361 430 A (REID WILLIAM P) 2 January 1968 (1968-01-02) -----	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/04284

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 610973	A	17-08-1926	NONE	
US 3975114	A	17-08-1976	CA 1022461 A	13-12-1977
			JP 1009307 C	26-08-1980
			JP 52040212 A	29-03-1977
			JP 54039528 B	28-11-1979
US 4658847	A	21-04-1987	NONE	
US 3642295	A	15-02-1972	CA 933971 A	18-09-1973
US 4537024	A	27-08-1985	NONE	
US 3361430	A	02-01-1968	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/04284

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F01D11/00 F16J15/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 610 973 A (BARBAROU) 17. August 1926 (1926-08-17)	1, 2, 10, 13
Y	das ganze Dokument	3-7, 11-13
Y	US 3 975 114 A (KALKBRENNER RALPH W) 17. August 1976 (1976-08-17) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 27 - Spalte 3, Zeile 50; Abbildungen 1-6	3-7, 11-13
X	US 4 658 847 A (MCCRONE JAMES A) 21. April 1987 (1987-04-21) Spalte 2, Zeile 39 - Zeile 68	1, 2, 7, 10
Y	Spalte 4, Zeile 31 - Zeile 38; Abbildungen 2-4	3-6, 11-13
	--- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. September 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/09/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Iverus, D

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/04284

## C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 642 295 A (COHEN ALBERT) 15. Februar 1972 (1972-02-15) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3	1,3-6,10
A	US 4 537 024 A (GROSJEAN WILLIAM C) 27. August 1985 (1985-08-27) Abbildungen 3-5	1,3,8
A	US 3 361 430 A (REID WILLIAM P) 2. Januar 1968 (1968-01-02)	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/04284

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 610973	A	17-08-1926	KEINE		
US 3975114	A	17-08-1976	CA	1022461 A	13-12-1977
			JP	1009307 C	26-08-1980
			JP	52040212 A	29-03-1977
			JP	54039528 B	28-11-1979
US 4658847	A	21-04-1987	KEINE		
US 3642295	A	15-02-1972	CA	933971 A	18-09-1973
US 4537024	A	27-08-1985	KEINE		
US 3361430	A	02-01-1968	KEINE		